

## Analyse

# Konsequenzen der globalen Erwärmung für die russische Energiewirtschaft

Von Roland Götz, SWP, Berlin

## Die sibirischen Fördergebiete wandern nach Norden und Osten

Die Hauptgebiete der russischen Erdöl- und Erdgasförderung liegen bislang im nördlichen Westsibirien. Weil die dortigen großen Vorkommen weitgehend ausgebeutet sind, müssen neue Öl- und Gasregionen erschlossen werden. Diese befinden sich vorwiegend in den nördlichen Küstengebieten Sibiriens sowie im Osten des Landes. Die Erdgasförderung wird zukünftig vor allem auf der Jamal-Halbinsel, offshore in der Barentssee (Schtokman-Feld) und der Karasee sowie in Ost-sibirien und im Fernen Osten (auf der Halbinsel Sachalin) erfolgen.

Die Transportentfernungen von den neuen Förderregionen zu den Verbrauchszentren im Westen Russlands sowie in Europa werden sich gegenüber den bisherigen Distanzen verlängern. Aber auch die Kosten der Erschließung und die laufenden Förderkosten werden zunehmen. Das liegt nicht in erster Linie am rauen Klima mit seinen langen und sehr kalten Wintern, sondern vor allem an den schwierigen hydrologischen Verhältnissen, die in den zukünftigen Fördergebieten anzutreffen sind.

Bereits die Erdöl- und Erdgasförderung und der Pipelinebau in der westsibirischen Taiga erforderte einen enormen technischen und finanziellen Aufwand, denn weite Gebiete sind dort von Sümpfen bedeckt. Eisenbahnen, Straßen, industrielle Anlagen sowie ganze Siedlungen mussten auf Sandfundamenten angelegt werden. Durch die Ausdehnung der Erdgasförderung in die nördliche der Taiga gelegenen Tundra werden zusätzliche Probleme geschaffen, die mit dem dort anzutreffenden Dauerfrostboden (Permafrostboden) zusammen hängen.

## Permafrost

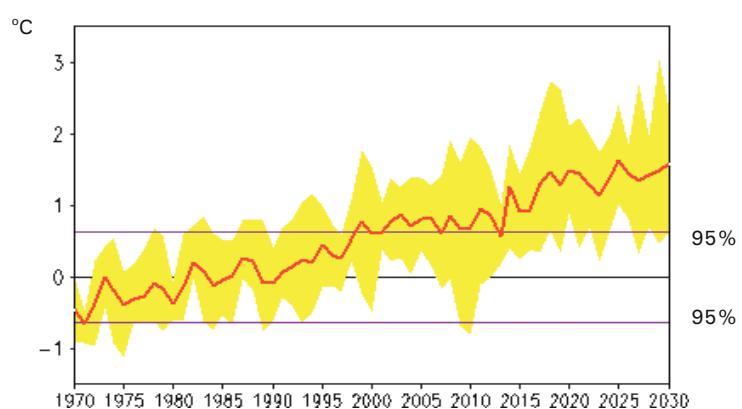
Permafrostboden ist permanent gefrorener Boden, dessen Tiefe in Abhängigkeit von der Luft- und Bodentemperatur sowie den Eigenschaften des Bodens zwischen einigen Metern und mehreren hundert Metern variiert. In Sibirien tritt bis in einige Tausend Meter Tiefe reichender Permafrostboden auf. Die oberste Bodenschicht, die „aktive“ Schicht, taut in den Frühjahrs- und Sommermonaten von wenigen Zentimeter bis zu mehreren Metern auf und friert danach wieder zu. Wenn im Frühjahr die „aktive“ Schicht auftaut, kann das Wasser wegen des darunter liegen-

den gefrorenen Bodens nicht abfließen. Es bilden sich Tümpel und Seen, in denen Pflanzen wachsen, die anschließend verrotten. Wegen des nasskalten Klimas wird mehr Humus gebildet als abgebaut, und es entsteht Torf. Der Permafrostboden in Sibirien besteht daher großenteils aus gefrorenem Torfboden, in den Eis eingelagert ist. Wenn dieses Grundeis schmilzt, kommt es zu Landsenkungen. Es entsteht eine Hügellandschaft, die als Thermokarst bezeichnet wird.

## Globale Erwärmung und Auftauen des Permafrostbodens

In Russland ist eine Zunahme des Anstiegs der Temperatur an der Erdoberfläche zu beobachten. Sie nahm alleine zwischen 1990 und 2000 um  $0,4^{\circ}\text{C}$  zu, während die Zunahme in den hundert Jahren zuvor  $1^{\circ}\text{C}$  betragen hatte. Bis 2030 rechnen russische Instanzen mit einem weiteren Anstieg.

*Grafik 1: Durchschnittliche Zunahme der Lufttemperatur am Boden bis 2030, Vergleichszeitraum 1971–2000*



*Der Anstieg der Lufttemperatur am Boden in Russland wurde mit einer Reihe von Modellen bis 2030 berechnet, mit den Jahren 1971–2000 als Vergleichszeitraum, auf der Grundlage von Berechnungen des Woeikow Geophysischen Observatoriums. Das gelbe Band (75% der durchschnittlichen Modellwerte) zeigt den Bereich der Modelle. Die beiden horizontalen Linien begrenzen einen Vertrauensbereich von 95%.*

*Quelle: Föderaler Dienst für Hydrometeorologie und Monitoring der Umwelt (Rosgidromet), Forecast of Climate Change in the Russian Federation 2010–2015 and Its Impact on Sectors of the Russian Economy (Moskau 2005), <[www.meteorf.ru/en\\_default.aspx](http://www.meteorf.ru/en_default.aspx)>.*

Seit den achtziger Jahren ist in Sibirien ein Temperaturanstieg im Umfang von einigen Zehntel Grad bis

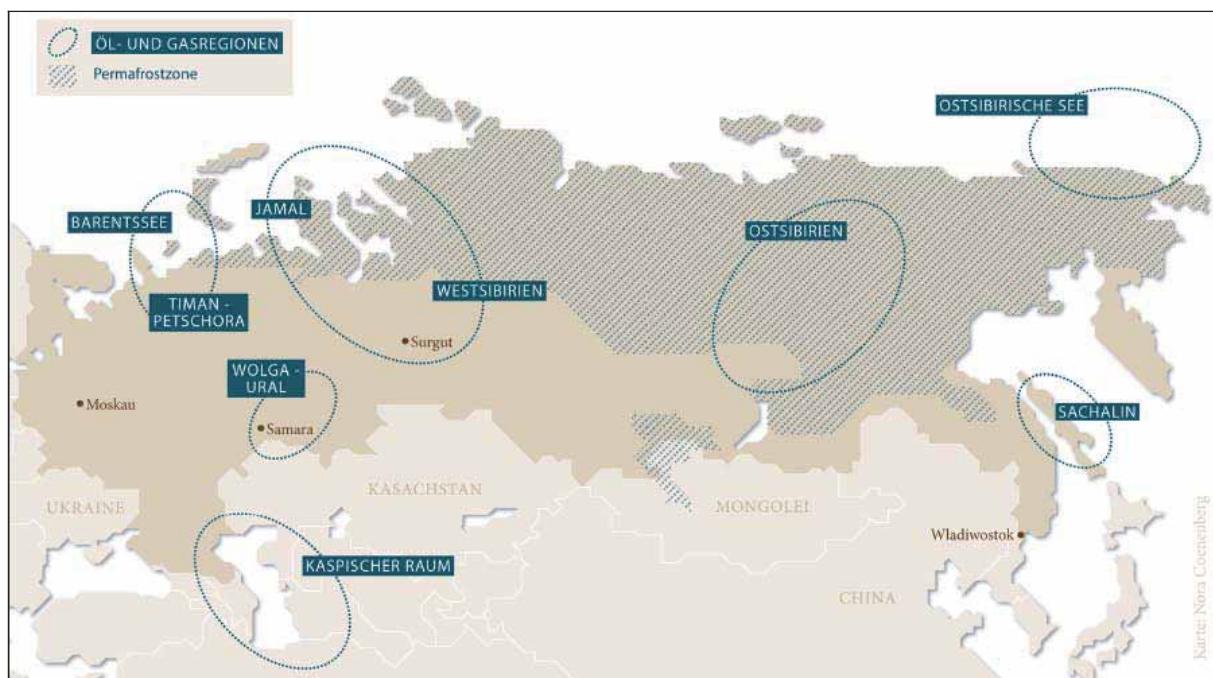
zwei Grad Celsius zu beobachten. Dadurch taut der Permafrostboden im Sommer immer tiefer auf, die Mächtigkeit der „aktiven“ Schicht steigt an. Die Tauerperiode beginnt früher im Jahr und endet später. Das Pflanzenwachstum wird stärker. Während des Sommers wird ein Teil des organischen Materials des aufgetauten Bodens durch Mikroorganismen in Methan und Kohlendioxid verwandelt. Es werden also Treibhausgase freigesetzt. Alle diese Effekte werden durch die globale Erwärmung beschleunigt und verstärkt, wobei es zu positiven (sich selbst verstärkenden) Rückkopplungen kommt. Das Schmelzen der Schneedecke bzw. die Ausbreitung der dunklen Wasserflächen beschleunigt das Auftauen des Permafrostbodens. Im Winter gefriert der Boden dagegen langsamer, weil das Wasser als Isolierschicht wirkt. Es kommt zu einem sich selbst verstärkenden Prozess des Auftauens des Bodens. In den südlichen Permafrostgebieten verschwindet schließlich der Permafrostboden ganz, der Boden trocknet aus und die Grenze des Permafrosts verschiebt sich nach Norden.

### Auswirkungen auf die russische Energiewirtschaft

Die Auswirkungen der globalen Erwärmung und insbesondere des Tauens des Permafrostbodens im gesamten arktischen Raum auf die Lebensverhältnisse

und die Wirtschaft Sibiriens waren bereits Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Diese fanden jedoch in der Öffentlichkeit lange Zeit wenig Aufmerksamkeit. Dies änderte sich jedoch in jüngerer Zeit. Als im Jahr 2005 Judith Marquand (Univ. Oxford/England) und Sergei Kirpotin (Univ. Tomsk/Russland) vom zunehmenden Auftauen des Permafrostbodens in Sibirien berichteten, fanden sie breite Resonanz in den Medien. Unabhängig davon hat der russische staatliche Föderale Dienst für Hydrometeorologie und Umweltbeobachtung (Roshydromet) 2006 eine „Strategische Prognose der Veränderung des Klimas in der Russischen Föderation 2010-2015 und ihr Einfluss auf die Zweige der russischen Wirtschaft“ vorgelegt. Darin wird zum ersten Mal von einer anerkannten russischen Institution auf die Gefahren hingewiesen, die im Zeitraum bis 2015 vom Klimawandel für die Bevölkerung, Infrastruktur und die Wirtschaft ausgehen werden. Der Zeitraum, in dem der gefrorene Boden befahrbar ist, wird sich verkürzen. Die Erschließung von neuen Fördergebieten wird so erschwert werden. Wenn Gebäude, Verkehrswege und industrielle Anlagen nicht auf ausreichenden Fundamenten stehen, wird durch das Aufweichen des Bodens ihre Stabilität gefährdet. Die mit hohem Druck betriebenen Öl- und Gaspipelines können beschädigt werden. Pipelines und andere Anlagen der Öl- und Gasförderung müs-

Karte Öl- und Gasregionen und Permafrostzone



sen öfter repariert werden. Insbesondere bei den vor 1990 verlegten Pipelines ist mit einer erhöhten Störanfälligkeit zu rechnen.

Im Nördlichen Eismeer nimmt die Eisberggefahr zu, dadurch werden nicht nur Schiffe, sondern auch Bohrplattformen für die Öl- und Gasförderung bedroht. Hohe Wellen und Stürme werden häufiger auftreten, was die Schifffahrt und damit die Versorgung über das Meer erschwert. Durch die globale Erwärmung wird die Vereisung der nördlichen Meere abnehmen und der Schiffstransport mit und ohne Eisbrecher erleichtert werden. Wahrscheinlich wird der nördliche Seeweg vom Atlantik in den Pazifik in einem Teil des Jahres und schließlich ganzjährig eisfrei werden. Dadurch können Transporte von Erdöl und Flüssiggas von den nördlichen Küsten Russlands nach Westen bzw. Osten per Tanker erfolgen. Nur noch kurze Pipelines zu den nördlichen Häfen werden erforderlich sein, während die bis zu 5000 km langen Pipelines, die von Westsibirien nach Europa führen, möglicherweise nach Ablauf ihrer Lebensdauer nicht mehr erneuert werden.

Da Prognosen zur globalen Erwärmung noch recht unsicher sind, lässt sich der Fortgang des Auftausens des Permafrostbodens nur eingeschränkt vorhersagen. Sowohl eine Beschleunigung des Vorgangs als auch seine Verzögerung sind möglich. Kommt es jedoch in Russland zu den geschilderten Folgen, wird viel mehr Kapital als bisher zur Aufrechterhaltung bzw. Erhöhung der Erdöl- und Erdgasförderung eingesetzt werden müssen. Dies wird kein Problem darstellen, wenn der Ölpreis und damit auch der Gaspreis anhaltend hoch bleiben.

## Maßnahmen

Um die Folgen des nicht mehr aufhaltbaren zunehmenden Auftausens des sibirischen Permafrostbodens für die russische Wirtschaft, insbesondere die Energiewirtschaft, zu minimieren, müssen bestehende

Anlagen wie Fördereinrichtungen, Pipelines, Kompressorenstationen, Tanks, Hilfsgebäude sowie die zu den Erdöl- und Erdgasfeldern führenden Straßen und Eisenbahnlinien in den betroffenen Gebieten stärker als bisher im Boden verankert werden. Neue Förder- und Pipelineprojekte müssen entsprechend projektiert und gebaut werden.

Pipelines können entweder auf Stützen verlegt werden, die in den gefrorenen Boden getrieben sind oder sie können unterirdisch verlegt werden. Dann müssen sie aber isoliert werden, damit der Untergrund nicht zusätzlich taut. In beiden Fällen wird das Problem durch das Tauen des Permafrostbodens verschärft. Die Investitionsaufwendungen für die entsprechenden Projekte werden höher sein, als ursprünglich angenommen wurde. Da sich die Zeit verkürzt, in der im Winter Eistrassen befahrbar sind, wird die Versorgung mehr als bisher auf den Lufttransport angewiesen sein. In Alaska verfügt man bereits über entsprechende Erfahrungen, die unter anderem beim Bau der Trans-Alaska-Gaspipeline gemacht wurden:

Das Tauen des Permafrostbodens dürfte die Erdgas- und Erdölförderung in Teilen Sibiriens gerade dort, wo die Förderung heute schon teuer ist, zusätzlich verteuern. Da der Erdgaspreis wegen der in Europa geltenden Ölpreisbindung jedoch nicht von den Produktionskosten für Erdgas abhängt, ergeben sich dadurch keine Preisnachteile für die europäischen Verbraucher.

Bei weiterhin hohem Erdölpreis und damit auch hohem Absatzpreis für russisches Erdgas auf dem europäischen Markt werden die geplanten Großprojekte der Erdgasförderung in Russland rentabel bleiben und durchgeführt werden. Gasprom wird aber sowohl auf dem Inlandsmarkt, als auch bei seinen Kunden in den GUS-Ländern mit noch größerem Nachdruck eine Angleichung seiner Gaspreise an das europäische Preisniveau fordern.

## Über den Autoren:

Dr. Roland Götz ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsgruppe Russland/GUS an der Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP) in Berlin.

## Lesetipps:

- Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet), Strategic Prediction for the Period of up to 2010-2015 of Climate Change Expected in Russia and its Impact on Sectors of the Russian National Economy, Moscow 2005, <[www.meteorf.ru/en\\_default.aspx](http://www.meteorf.ru/en_default.aspx)>.
- Arctic Climate Impact Assessment (ACIA), Impacts of a Warming Arctic, Bericht auf einem Symposium in Reykjavik, November 2004, Kapitel 16, Infrastructure: Buildings, Support Systems, and Industrial Facilities, <[www.acia.uaf.edu/pages/scientific.html](http://www.acia.uaf.edu/pages/scientific.html)>; <<http://amap.no/acia/>>.
- US Global Change Research Program, Climate Change Impacts on the United States. The Potential Consequences of Climate Variability and Change. Educational Resources, Regional Paper Alaska, 2003, <[www.usgcrp.gov/usgcrp/nacc/education/alaska/default.htm](http://www.usgcrp.gov/usgcrp/nacc/education/alaska/default.htm)>.